



TITLE:

# 動物生体肺を対象とした統計的脱気変形モデル構築の試み

AUTHOR(S):

中尾, 恵; 小林, 晃太郎; 徳野, 純子; 陳, 豊史; 伊達, 洋至; 松田, 哲也

---

CITATION:

中尾, 恵 ...[et al]. 動物生体肺を対象とした統計的脱気変形モデル構築の試み. 生体医工学シンポジウム2018 講演予稿・抄録集 2018: 2A-25.

ISSUE DATE:

2018-09

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/243260>

RIGHT:

© 日本生体医工学会; 発行元の許可を得て登録しています.

## 動物生体肺を対象とした統計的脱気変形モデル構築の試み

中尾 恵<sup>1</sup>, 小林 晃太郎<sup>1</sup>, 徳野 純子<sup>2</sup>, 陳 豊史<sup>2</sup>, 伊達 洋至<sup>2</sup>, 松田 哲也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学大学院 情報学研究科, <sup>2</sup>京都大学医学部附属病院 呼吸器外科

### 1. はじめに

イメージング技術の進歩によって、早期の微小肺結節が発見される機会は増加傾向にあり、胸腔鏡下手術が広く実施されている。術前において肺は含気状態であり、手術時には脱気によって肺は大きく変形するため、結節位置は変化する。複数の微小結節の位置を同定するために色素を用いた術前マーキングや術中CTとのレジストレーション<sup>1)</sup>が試みられているが、追加計測を要する等 医師、患者双方の負担増となっている。臓器の変形推定については、肺の呼吸変形や肝臓等の腹部臓器の変形が主に着目されてきたが、脱気変形の定式化やモデル開発例は知られていない。本研究では、術中における微小肺結節の位置同定を目指して、動物生体肺を対象とした統計的脱気変形モデルを提案する。肺は非常に柔らかい臓器であり、臓器内外の圧力差に起因する変形に加えて肺葉間の相互作用や重力の影響による局所的な変形も無視できない。動物生体肺のCTデータの形状位置合わせによって構築される統計変位モデルと、カーネル法に基づく変形推定<sup>2)</sup>によって含気時の形状から脱気時の形状を推定する実験を行ったので報告する。

### 2. カーネル法に基づく脱気変形推定

京都大学 動物実験施設においてビーグル犬 計11体の生体肺(左肺)に挿管し、気管支内圧を14cmH<sub>2</sub>O と2cmH<sub>2</sub>OとしてCT計測を行った。肺の上葉、下葉のサーフェスモデルを生成し、ほとんど変位が生じない肺門部を原点として平行移動を行った後、形状間位置合わせ<sup>3)</sup>に基づいて同頂点、同位相のメッシュモデルを構築した。含気時(14cmH<sub>2</sub>O)と虚脱時(2cmH<sub>2</sub>O)の頂点間変位をトレーニングデータとし、含気時の形状モデルにおける頂点間差分を特徴ベクトルとして、グラム行列を構築した。カーネル関数にはガウス関数を用いた。

### 3. 実験と結果

提案方法を用いて脱気変形の推定精度を確認する実験を行った。カーネル法におけるガウス関数と正則化項のパラメータについては、複数の組を試行し、良い推定精度が得られるパラメータとして、それぞれ  $\sigma=0.5$ ,  $\lambda=0.1$  を用いた。含気状態の形状を $\pm 2.5$ ,  $\pm 5.0$ ,  $\pm 7.5$ mm 膨張、収縮させたアップサンプリングを行い、全データのうち80%をトレーニングデータ、20%をテストデータとして変位を算出した。テストデータ16例について、形状間の最大のずれを示す誤差指標であるハウスドルフ距離を求めた所、上葉で  $3.1 \pm 0.9$ mm, 下葉で  $3.9 \pm 1.9$ mm であった。Fig 1 は推定された虚脱肺の形状を半透明の含気時の形状の内部に重ねて表示している。カラーマップは推定結果と真値間の局所の形状間誤差である。Fig. 1(b) はハウスドルフ距離が最大となった場合であり、外力の影響によって局所的な変形が大きな箇所において、誤差が大きくなる傾向が見られた。

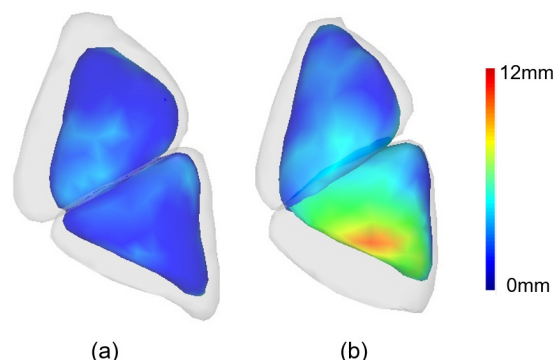


Fig. 1 Estimation results of deaeration deformation with local shape error, (a) best case, (b) worst case

### 4. おわりに

本稿では、動物生体肺のCTデータから統計的脱気変形モデルを構築し、変形推定の精度を確認した。現時点では表面変位についてのモデルに留まっているため、内部構造を含めたモデルへと拡張を行う予定である。

### 謝辞

本研究は、AMED産学連携医療イノベーション創出プログラム(ACT-M)「脱気変形に対応した微小結節の術中同定法」の支援による。

### 参考文献

- 1) P. Alvarez, M. Chabanas, S. Rouzé, M. Castro, Y. Payan, J.-L. Dillenseger, Lung deformation between preoperative CT and intraoperative CBCT for thoracoscopic surgery: a case study, SPIE Medical Imaging. 105761D, 2018.
- 2) 山本 詩子, 中尾 恵, 大関 真之, 松田 哲也, カーネル法を用いた弾性体の部分観測情報に基づく変形推定, 生体医工学, p. 180, 2017. <https://doi.org/10.11239/jsmbe.55Annual.180>
- 3) A. Saito, M. Nakao, Y. Uranishi and T. Matsuda, Deformation estimation of elastic bodies using multiple silhouette images for endoscopic image augmentation, IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality(ISMAR), pp. 170-171, 2015.